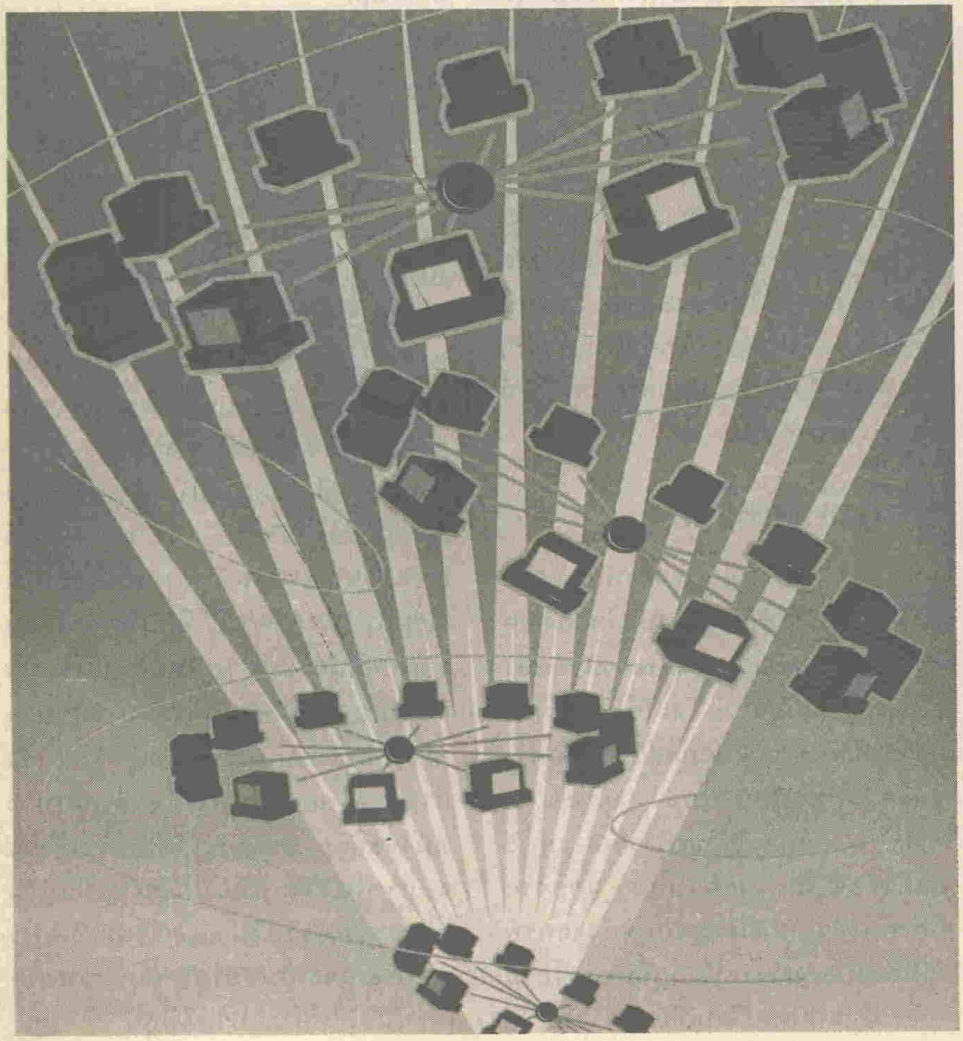
บทความพิเศษ

DISPLAY TECHNOLOGY

พันธุ์ปิติ เปี่ยมสง่า

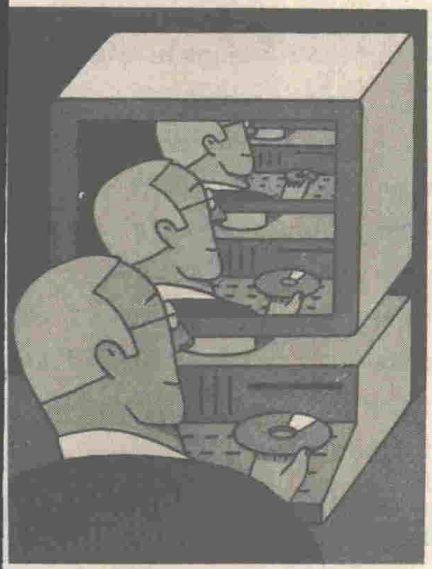
HDTV
: เทคโนโลยีใหม่สำหรับจอภาพในอนาคต

เป็นเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในเรื่องของขนาดของภาพ ความคมชัดและการแสดงสีที่เป็นมาตรฐานมากขึ้น



ข่าวจากวงในว่ากันว่า FC
กำลังจะออกมาตรฐานสำหรั
HDTV เพื่อให้ใช้งานเกี่ยวกับการแสด
ผลโทรทัศน์และมอนิเตอร์ โดยให้เป็
มาตรฐานเดียวกัน มาตรฐานดังกล่า
จะทำให้ลักษณะการใช้งานของจอภา
มีเพียงชนิดเดียวคือ HDTV เท่านั้
ในขณะที่ปัจจุบันนี้เราทั้งหลายคงคุ้นเค
กับ MDA, CGA, EGA, VGA, XGA
PAL, NTSC... ซึ่งมาตรฐานเหล่านี้
มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะกา
นำมาใช้งาน สำหรับ PAL และ NTS
ที่ใช้กันอยู่ในโทรทัศน์นั้นมีการกำหน
เป็นมาตรฐานมาก่อนที่จะมีเครื่องคอม
พิวเตอร์ส่วนบุคคล จึงช่วยไม่ได้ที่จ
ทีวีไม่เหมือนมอนิเตอร์คอมพิวเตอ
แต่เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์มาทีหล
โทรทัศน์ แล้วทำไมไม่ใช้มาตรฐานข
โทรทัศน์ซะเลย ก็ต้องตอบว่า เพรา
ลักษณะของการใช้งานไม่เหมือนกั
การแสดงผลของจอภาพโทรทัศน์เป็
การหลีกเลี่ยงการแสดงรายละเอียดใ
ส่วนที่ไม่สำคัญ ขณะที่จอมอนิเตอ
ของคอมพิวเตอร์ให้ความละเอียดข
จุดทุก ๆ จุดบนจอภาพมีความสำคั
เท่าเทียมกัน เทคโนโลยีทางจอภาพที่
จึงนำมาใช้กับมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอ
ไม่ได้สำหรับช่วงระยะเวลานั้น

สำหรับ HDTV ในหลักการเบื้องต้นเป็นการออกแบบมาเพื่อจอภาพโทรทัศน์เท่านั้น แต่สถานการณ์ของการออกแบบ HDTV ไม่เหมือนกับช่วงที่มีการออกแบบ PAL และ NTSC ที่ช่วงนั้นยังไม่รู้จักมอนิเตอร์กันเลย ขณะที่เวลานี้เห็นถึงความจำเป็นอันนี้แล้ว



HDTV จะให้อะไรใหม่แก่ผู้ใช้ (และผู้ใช้จะต้องมีอะไรใหม่)

แน่นอนว่าผู้ใช้คงจะต้องได้อะไรดี ๆ กับเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยเฉพาะถ้าหากเป็นเรื่องของจอภาพแล้วคงจะไม่พ้นในเรื่องของขนาดของจอภาพ ความคมชัด และการแสดงสีที่ดีกว่าเดิม ดังนั้นสิ่งที่จะต้องมาพร้อมกับมาตรฐาน HDTV จึงต้องประกอบไปด้วยคุณภาพของจอภาพที่ดีขึ้น ความเร็วของฮาร์ดแวร์ที่จะต้องเร็วขึ้นเพื่อประมวลผลเชิงภาพ (image processing) และขนาดหน่วยความจำที่จะต้องมากขึ้นเพื่อข้อมูลที่ละเอียดขึ้น

HDTV จะช่วยผู้ใช้งานทางด้านการประมวลผลเชิงภาพ พ้นขีดจำกัดด้านความเร็วและหน่วยความจำของระบบคอมพิวเตอร์ และยังพ้นขีดจำกัดในจินตนาการสำหรับการสร้างงานชิ้นหนึ่งขึ้นมาจากคอมพิวเตอร์ เช่น เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วสามารถเผยแพร่ได้ทันทีโดยส่งสัญญาณออกทางสถานีโทรทัศน์ หรืออาจจะอยู่ในรูปแบบอื่น ในเชิงของมัลติมีเดียหรือ Video publishing ก็เป็นได้

ตอนนี้ใช้ได้หรือยัง

ตอบได้ว่ายัง เพราะลักษณะที่ออกแบบมาแล้วนั้นออกแบบมาเพื่อนำมาใช้เป็นจอภาพโทรทัศน์โดยเฉพาะ ซึ่งแน่นอนลักษณะทั่วไปย่อมไม่เหมือนกับมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

จากที่กล่าวมาแล้วว่า เครื่องรับโทรทัศน์ที่ออกแบบส่วนของการสแกนจอภาพด้วยหลักที่ว่า เพื่อหลีกเลี่ยงในการแสดงรายละเอียดส่วนที่ไม่สำคัญบนจอภาพได้ เพราะภาพบนจอโทรทัศน์ต้องมีการเคลื่อนไหวบ่อย ๆ ดังนั้นการแสดงผลจึงต้องใช้ความเร็วสูงมาก ขณะที่มอนิเตอร์ในช่วงแรกของการใช้งานมักมีลักษณะเป็นภาพนิ่งหรือเคลื่อนไหวในช่วงสั้น และเวลาในการเคลื่อนไหวน้อย การออกแบบจะเน้นหนักไปในเรื่องความละเอียดของจอภาพ จอภาพโทรทัศน์ที่เล็กที่สุดสำหรับ HDTV มีขนาด 36 นิ้ว (เส้นทะแยงมุม) ซึ่งคงจะใหญ่เกินไปสำหรับงานคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะทั่ว ๆ ไป

นอกจากนี้วงจรของ HDTV จะเน้นหนักในการเน้นความสว่าง แต่ไม่สนใจในเรื่องความละเอียดและความคมชัด ขณะที่มอนิเตอร์ต้องการความคมชัดสูง ไม่สนเรื่องความสว่าง และประการสำคัญจอภาพโทรทัศน์ HDTV มีวงจรในการเน้นเส้นบริเวณขอบของภาพ (Edge Enhancing) ซึ่งจะทำให้ภาพชัดขึ้นจริง แต่จะสูญเสียรายละเอียดบางอย่างของภาพไป ทำให้ภาพไม่เหมือนต้นฉบับ

มอนิเตอร์ควรเป็นแบบใด

มีผู้เสนอมาแล้วว่า HDTV CRT ควรจะมีขนาด 16 นิ้ว × 9 นิ้ว แทนที่จะมี aspect ratio เป็น 4 : 3 ตามมาตรฐานของ NTSC ซึ่งทำให้จอมีความกว้างกว่าในปัจจุบัน ลักษณะคร่าว ๆ ซึ่งห้องวิจัยหลายแห่งได้เสนอไว้คล้าย ๆ กันได้แก่ การที่ HDTV ควรจะมีวงจรเก็บภาพ (video-frame store) อย่างน้อยที่สุด 2 เฟรม โดยที่ยิ่งมีเยอะยิ่งดี และแต่ละเฟรมคงจะต้องมีหน่วยความจำอย่างน้อย 2 เมกะไบต์ วงจรควบคุมจะต้องเป็นวงจรประมวลผลสัญญาณเชิงเลข (DSP) โดยวงจรส่วนนี้จะต้องทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิการะหว่าง 25 เมกะเฮิรตซ์ถึง 75 เมกะ-เฮิรตซ์ หากมองในสภาพปัจจุบัน เครื่องแบบใดก็ตามที่ออกมาโดยใช้ความเร็วสูงขนาดนี้ หน่วยความจำมากขนาดนี้ ราคาคงต้องสูงตามเป็นธรรมดา (แต่จะประมาณเท่าไรก็คงเดาไม่ถูก)

อย่างไรก็ตาม ถ้าหากว่า HDTV กลายเป็นของใช้ประจำวันเหมือนตู้เย็น โทรทัศน์ วิทยุแล้วละก้อ ราคาของจอภาพแบบ HDTV คงจะไม่แพงเกินซื้อ

ข้อเสนออันหลากหลายสำหรับ HDTV

มีผู้เสนอรูปแบบที่เป็นไปได้ของ HDTV (แสดงรายละเอียดในตารางที่ 1) ในรายละเอียดปรากฏว่า 4 ใน 5 แหล่งได้เสนอวิธีการที่เป็นแบบดิจิตอล และอีก 1 แหล่งที่เหลือเป็นแบบอะนาล็อก ถึงแม้ว่าการประมวลผลเชิงภาพบนเครื่องรับจะไม่เหมาะสมนักในการใช้วิธีการแบบดิจิตอล แต่แบบดิจิตอลนี้มีความเหมาะสมในการส่งกระจายไปในอากาศมากกว่า สำหรับบทความนี้ไม่ขอกล่าวถึงส่วนที่เป็นอะนาล็อก

อย่างไรก็ตาม สิ่งที่เหมือนกันของทุกแหล่งที่เสนอเข้ามาคือ จอภาพจะเป็นแบบจอกว้าง aspect ratio 16 ต่อ 9 ขนาดของจอภาพ 19 นิ้ว (เส้นทะแยงมุม) ซึ่งขนาดดังกล่าวนี้ใกล้เคียงกับขนาดของกระดาษขนาด A4 2 แผ่นวางคู่กัน (80 เปอร์เซ็นต์ของขนาดจริง)

ข้อเสนอ 2 แหล่งได้เสนอทุกส่วนของระบบเป็นแบบดิจิตอลทั้งหมด โดยมี Pixel-Sampling lattice เป็น 720 × 1280 พิกเซล ระบบที่สามเป็นแบบ 960 × 1408 พิกเซล ระบบที่เสนอมา 2 แบบคือ 460 × 1440 และ 810 × 1440 พิกเซล ทุกแบบที่เสนอใช้ 24 บิต ต่อหนึ่งพิกเซล โดยแต่ละ 8 บิต จะแทนสีแดง เขียว และสีน้ำเงิน ดังนั้นประมาณการใช้หน่วยความจำสำหรับจอภาพเหล่านี้จะอยู่ในช่วง 2.76 ถึง 5.96 เมกะไบต์ ขณะที่จอภาพวีจีเอใช้ 0.92 เมกะไบต์เท่านั้น

ลักษณะของการวางพิกเซล

จอภาพทั้ง 4 แบบที่เสนอมาพยายามมองลักษณะของอิมเมจเป็นแบบจุดจตุรัส ทั้งนี้เมื่อถึงเวลาในการประมวลผเชิงภาพ เช่น การหมุนหรือการขยาจะทำได้ง่ายกว่าจุดภาพที่ไม่เป็นจตุรัอย่างไรก็ตาม กรณีของจุดจตุรัสที่ทำจอ HDTV นี้ เมื่อนำมาแสดงผจริง ขนาดภาพที่เห็นจะพบว่าความจะมีระยะที่ยาวกว่าด้านกว้างประมา20 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เกิดขึ้นเพราะว่าภที่ถูกเก็บมาจากกล้องถ่ายภาพจะมี Scanline น้อยกว่าที่เป็นจริงตามธรรมชาดังนั้นจำนวนเส้นจึงลดไป ค่าอัตราส่วนี้รู้จักในชื่อของ Kell fector

ในข้อเสนอทั้ง 4 แบบ จอภาแบบ 720 × 1280 และ 810 × 144พิกเซล เป็นแบบจุด "จตุรัส" แต่จอภาแบบ 760 × 1408 และ 960 × 144พิกเซล เป็นการแสดงแบบจุด "ที่เห็เป็นจตุรัส" อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีกาประมวลผลอื่น ๆ รวมกันจะได้ภาอย่างเดียวกัน

PROPOSED HDTV SYSTEMS

Proponent organization	ATVA (American Television Alliance) and General Instrument	Zenith Electronics and AT&T Bell Laboratories	ATRC (Advanced TV Research Consortium), Thomson Consumer Electronics, Philips Consumer Electronics, NBC, David Sarnoff Research Center, and Compression Labs	ATVA and MIT
System	Digicipher	DSC-HDTV	AD-HDTV	ATVA-P
Total lines per frame	1050	787.5	1050	787.5
Frames per second[1]	29.97	59.94	29.97	59.94
Interlace	2 to 1	1 to 1	2 to 1	1 to 1
Horizontal scan rate (kHz)	31.469	47.203	31.469	47.203
Pixel-sampling lattice	960 × 1408	720 × 1280	960 × 1440 or 810 × 1440	720 × 1280
Sampling frequency (MHz)	53.65	75.3	54	75.3
Compression algorithm	Motion-compensated transform coding	Motion-compensated transform coding with vector quantization	Motion-compensated transform coding (MPEG-based)	Motion-compensated transform/sub-band coding
RF modulation method	32 QAM[2] with 16-QAM option	2-level and 4-level vestigial sideband	Spectrally shaped 32 QAM with 16-QAM option	16 QAM

ตารางที่ 1 ข้อเสนอระบบ HDTV

การส่งข้อมูลเชิงดิจิตอลและการลดอัตราการส่งข้อมูล

จอภาพขนาด 720 × 1280 พิกเซล ส่งข้อมูลภาพซึ่งส่งภาพโดยสมบูรณ์ 59.94 ภาพต่อวินาทีจากกล้องถ่าย ขณะที่จอภาพขนาด 960 × 1408 และขนาด 960 × 1440 พิกเซล ส่งภาพสมบูรณ์ 29.97 ภาพต่อวินาที โดยมี Interlace 2 : 1 เมื่อทำการวิเคราะห์ดูแล้วพบว่าจอภาพแบบแรกต้องใช้ความเร็ว 1.33 กิกะบิตต่อวินาที ส่วน 2 แบบหลังซึ่งทำการ Interlace 2 : 1 แล้ว ยังต้องส่งด้วยความเร็ว 1 กิกะบิตต่อวินาที ในขณะที่จอภาพโทรทัศน์ปัจจุบันส่งข้อมูลด้วยความถี่ 6 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งเพียงพอหรือเทียบเท่ากับข้อมูล 20 เมกะบิตต่อวินาทีต่อนิ้ว ถ้าหากใช้เทคนิคอื่นช่วยในการจำข้อมูล 1 กิกะบิตต่อวินาที ผ่านช่วงสัญญาณนี้มีความกว้างเพียง 20 เมกะบิตต่อวินาที เช่น การลดขนาดข้อมูลคงจะทำได้ยาก เพราะต้องลดด้วยอัตราส่วนซึ่งสูงถึง 50 : 1

วิธีการที่เลือกใช้เพื่อให้การส่งสัมฤทธิ์ผลได้ คือ ลดส่วนที่ความสามารถของมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ออกไป เช่น ตาของมนุษย์มีความสามารถในการแยกสีได้น้อยกว่าการแยกความคมชัด ดังนั้น HDTV จึงเปลี่ยนโมเดลการแทนภาพจาก RGB มาเป็นสัญญาณแสดงความสว่าง (Luminate) และความแตกต่างของสี โดยทั่วไปแล้วการ Sampling สีจะทำด้วยอัตราส่วน 2 : 1 ทั้งแนวตั้งและแนวนอน นั่นคือสามารถลดรายละเอียดในเรื่องของสีได้ถึงหนึ่งในสี่

ขั้นต่อไป การส่งข้อมูลย่อมมีส่วนที่ซ้ำซ้อนอยู่จำนวนมาก เช่น บางส่วนของภาพอาจไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งย่อมไม่จำเป็นที่จะส่งไปแสดงใหม่ เพียงแต่บอกจอภาพให้แสดงสีเดิมต่อไปเท่านั้น

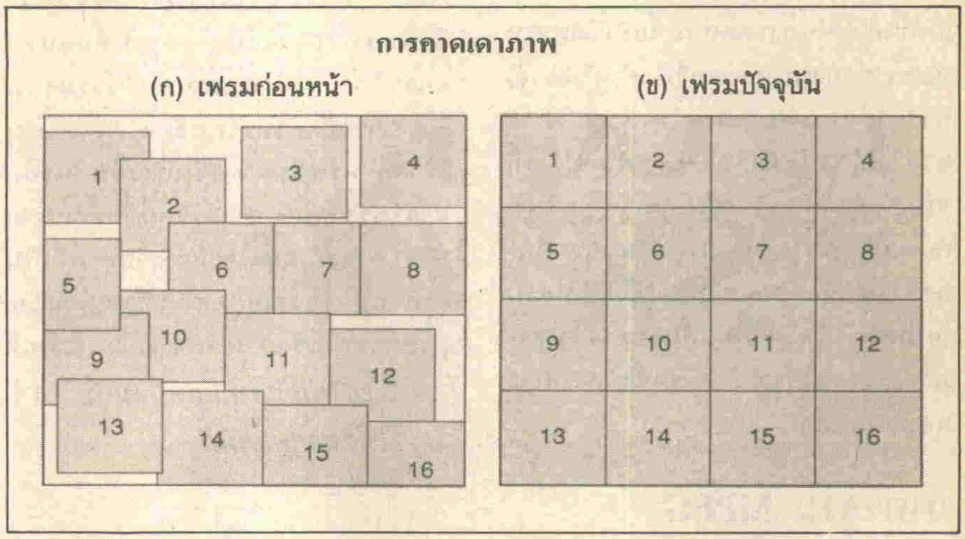
ในกรณีสำหรับภาพเคลื่อนไหว สามารถทำได้โดยแบ่งภาพออกเป็นแมตริกซ์ขนาดเล็ก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็น Identity Matrix แล้วบอกทิศทางในการเคลื่อนย้ายกลุ่มของพิกเซลนั้น ทำให้ในกรณีนี้เราจึงสามารถคาดเดารูปภาพที่จะเกิดขึ้นในเฟรมถัดไปได้ โดยแน่นอนว่าภาพที่เกิดจากการคาดเดาจะไม่ถูกต้องทีเดียว แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับภาพจริงซึ่งเกิดขึ้นในเฟรมถัดไป จะพบว่า การผิดพลาดนั้นจะเกิดขึ้นน้อยมาก ทำให้การส่งข้อมูลจึงมีเพียงส่วนของที่จำเป็นต้องแก้ไขเท่านั้น (แสดงในรูปที่ 1)

อย่างไรก็ตาม สำหรับการเริ่มต้นแสดงผลหรือเมื่อเปลี่ยนฉากการแสดงภาพอาจจะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง การคาดเดาภาพต่อไปก็คงไม่จำเป็น

วิธีการนำเสนอ

การวิเคราะห์และวิธีการนำเสนอขั้นตอนแรกจะต้องเปลี่ยนโมเดลของ Spatial Domain (เชิงภาพ) มาเป็น Frequency Domain (เชิงความถี่) ด้วย Z-Transform โดยปกติจะพิจารณาที่บล็อกขนาด 8×8 จุด ซึ่งจะต้องมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลเป็นอะเรย์ขนาด 8 บิต จำนวน 8×8 ซึ่งอาจจะต้องเพิ่มจาก 8 บิตขึ้นไปอีกถ้าหากมีความถี่ที่สูงกว่านี้ อย่างไรก็ดี เราสามารถลดข้อมูลโดยลดส่วนที่มีค่าซ้ำด้วยวิธีของ run-length coding

จากทฤษฎีการประมวลผลเชิงภาพ (image processing) เราทราบว่าค่าของความสว่างจะลดลงเมื่อความถี่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เราสามารถใช้ข้อมูลน้อยกว่า 8 บิตได้ โดยการนำข้อมูลชุดนั้นผ่าน high pass filter แต่รายละเอียดของภาพจะขยายขึ้น อย่างไรก็ตาม จำนวน



รูปที่ 1 แสดงการหาจุดที่ดีที่สุดที่กลุ่มของภาพจะเคลื่อนที่ไป
(ก) จอภาพคาดเดาภาพโดยแบ่งภาพออกเป็นกลุ่มของพิกเซล
(ข) แสดงตัวอย่างในบล็อก 2 การเคลื่อนที่ขึ้นและไปทางขวาโดยที่รายละเอียดของภาพใกล้เคียงกับกลุ่มสีในบล็อก 1, 3 และ 6 มากกว่า

บิตที่จะต้องส่งให้จอภาพจะน้อยลง หลังจากนั้นใช้วิธีการเข้ารหัสโดยให้ข้อมูลที่มีความถี่ของการใช้งาน (ไม่เกี่ยวกับความถี่ของภาพ) สูง แทนด้วยข้อมูลที่สั้นกว่า ขณะที่ข้อมูลที่ใช้น้อยส่งด้วยข้อมูลที่มีความยาวมากกว่า

ด้วยวิธีการดังกล่าวรวม ๆ กันย่อมหาอัตราการส่งข้อมูลที่แน่นอนไม่ได้ คงมีแต่ค่าเฉลี่ยของการส่งเท่านั้น เนื่องจากการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับชนิดของภาพ เคลื่อนไหวน้อย ข้อมูลที่ส่งย่อมมีน้อย ภาพนิ่งก็อาจไม่ต้องมีข้อมูลในการส่งเลย

สำหรับภาพบางภาพที่อาจจะเกิดขึ้นจริง ๆ ถึงแม้วิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะใช้บัฟเฟอร์หรือการเข้ารหัสแล้วยังไม่แน่ว่าจะส่งได้ ภาพบางภาพที่แสดงในการเคลื่อนไหวเร็ว ๆ หรือการเปลี่ยนฉากบัฟเฟอร์อาจจะเกิดการ overflow ขึ้นจนทำให้ภาพเหล่านั้นสร้างไม่ได้

เมื่อพบว่าบัฟเฟอร์อาจจะเกิด overflow วิธีการแก้ไขเพื่อให้การทำงานเกิดขึ้นได้คือ การลดส่วนที่เกินขีดความต้องการของมนุษย์ออกไป เช่น ในกรณีการเปลี่ยนฉาก ภาพในเฟรมแรก ๆ อาจไม่ต้องแสดงในรายละเอียดเต็มที่ของ resolution ของจอภาพ ภาพที่เคลื่อนไหวมาก ๆ บางส่วนของแบคกราวนด์อาจตัดออกไปได้ ซึ่งวิธีเหล่านี้ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ภาพต่าง ๆ สามารถแสดงได้แม้ว่าถึงขีดจำกัดในการแสดงผลแล้ว

มาตรฐาน MPEG

ผู้ที่ยื่นข้อเสนอสำหรับ HDTV ได้เสนอเหมือนกันอีกข้อหนึ่ง นั่นคือ ภาพที่แสดงเป็นส่วนที่ขยายต่อออกจากมาตรฐานการลดขนาดภาพเคลื่อนไหวของ MPEG (Moving Picture Experts Group) เหตุที่ยึด MPEG เพราะว่า MPEG เป็นมาตรฐานสากลในการลดขนาดภาพในการส่งสัญญาณ การออกแบบโครงสร้างที่เป็นชั้นที่ง่ายต่อการย้ายโอนไปยังสื่อชนิดอื่นได้ด้วย

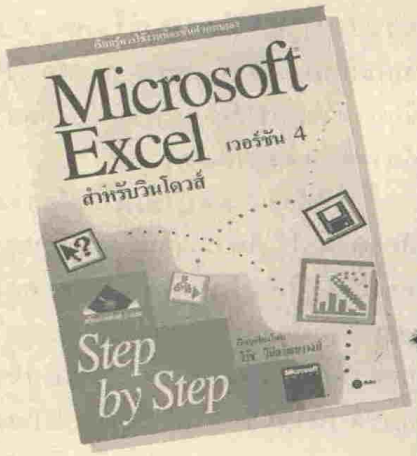
HDTV จอภาพสำหรับคอมพิวเตอร์ในอนาคต

แน่นอนว่าขณะนี้ผู้ผลิตคอมพิวเตอร์และเวอร์กสเตชันกำลังจับตามอง HDTV อยู่ อย่างไรก็ตาม ในแง่เทคนิคเป็นไปได้ แต่ในแง่ราคายังสู้ไม่ไหว เพราะจากวงจรจะต้องมีหน่วยความจำขนาดใหญ่ มีวงจร DSP คอยประมวลผล ถ้าหากว่า HDTV ไม่มาเป็นสินค้าตลาดเหมือนทีวีในปัจจุบัน คงอีกนานที่จะมีจอภาพ HDTV มาตั้งใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์

อีกประการหนึ่งมาตรฐานของ HDTV ก็ยังไม่ออกมา ผู้ผลิตต้องหวังอีกว่า HDTV จะมีมาตรฐานที่อ่อนตัวขยายได้ และง่ายต่อการใช้งานร่วม เช่น การนำภาพจากกล้องโทรทัศน์มาใช้งาน หรือทำกระบวนการอื่น ๆ เพื่อสร้างสรรงานเชิงมัลติมีเดีย ก็เชื่อแน่ว่า HDTV จะเปิดยุคใหม่แห่งจอภาพที่เป็นจอภาพความละเอียดสูง พร้อมทั้งส่วนประมวลผลเชิงภาพที่สมบูรณ์แบบที่สุด

ไม่ใช่มีไว้เพื่อดูเหมือนกับ TV ที่เราใช้กันอยู่ทุกวันนี้

ซีเอ็ด
ใหม่ล่าสุด
Microsoft Excel เวอร์ชัน 4
สำหรับวินโดวส์
พร้อมแผ่นดิสก์ 1 แผ่น
ภายในเล่มเราจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ :
- การใช้ทูลบาร์สำหรับงานทั่วไปที่ใช้กันบ่อย ๆ
- การสร้างและแก้ไขชาร์ต
- สร้าง แก้ไข และจัดรูปแบบเวอร์กชีต
- การจัดระบบและวิเคราะห์ดาต้าเบส
- เชื่อมโยงเวอร์กชีตเพื่อการปรับปรุงอัตโนมัติ
- การสร้างแมคโครเพื่อช่วยประหยัดเวลา
- กระจัดระบบและทำงานกับหลาย ๆ เวอร์กชีต
- การสร้างชุดข้อมูลสำหรับแทนค่าในเวอร์กชีต
- แปลงเวอร์กชีต แมคโคร และรูปแบบของโดดัส 1-2-3



หาซื้อได้ตามร้านหนังสือชั้นนำทั่วไป
หรือที่ ซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ทุกสาขา
และสั่งซื้อได้ที่ซีเอ็ด สำนักงานใหญ่
โทร 248-6280

มีจำหน่ายแล้ว